

### Übungen zu Physik III

H.F. Arlinghaus, R. Friedrich, Veranstaltung Nr. 110969, WS 2005/06  
<http://pauli.uni-muenster.de/menu/Arbeitsgebiete/friedrich/lehrews0506.html>

\*=Aufgaben aus der Experimentalphysik

SCHRIFTLICH:

#### Aufgabe 1: Dipol (3 P)

Ein Dipol mit dem Moment  $\mathbf{p}$  befinde sich am Ort  $\mathbf{r}$ .  
Im Koordinatenursprung liege die Punktladung  $q$   
(siehe Abbildung).



- 1) Berechnen Sie die potentielle Energie des Dipols.
- 2) Berechnen Sie die Kraft, die auf den Dipol einwirkt.
- 3) Ist das dritte Newtonsche Axiom erfüllt?

MÜNDLICH:

#### Aufgabe 2: zweidimensionale Ladungsverteilungen

1) Berechnen Sie die Greensche Funktion  $G$  für ein zweidimensionales Potentialproblem ohne Randbedingungen im Endlichen. Benutzen Sie dazu ebene Polarkoordinaten  $\rho, \varphi$  und den Laplace-Operator

$$\Delta = \frac{1}{\rho} \frac{\partial}{\partial \rho} \left( \rho \frac{\partial}{\partial \rho} \right) + \frac{1}{\rho^2} \frac{\partial^2}{\partial \varphi^2} \tag{1}$$

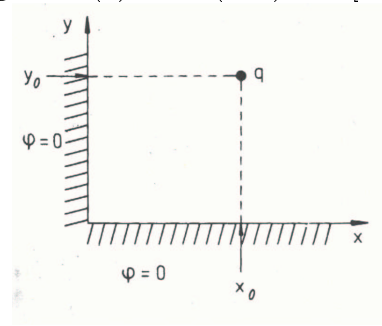
1a) Lösen Sie für  $\rho \neq 0$  die Laplace-Gleichung (1 P)

$$\Delta G(\rho, \varphi) = \Delta G(\rho) = 0 \tag{2}$$

1b) Zeigen Sie mit Hilfe des Gaußschen Satzes in zwei Dimensional, dass

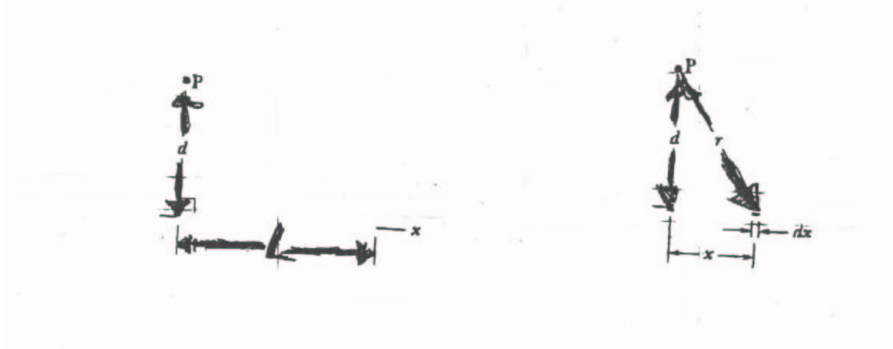
$$G(\rho) = -\frac{1}{2\pi\epsilon_0} \ln c\rho \tag{3}$$

2) Berechnen Sie das Potential einer Punktladung  $q$  bei  $\mathbf{r}_0 = (x_0, y_0)$  für das abgebildete zweidimensionale Randwertproblem. Benutzen Sie die Methode der Bildladungen und das Ergebnis (3) als  $G(x, y) = -[\ln c\sqrt{x^2 + y^2}]/[2\pi\epsilon_0]$ . (2 P)



**Aufgabe 3: geladenen Stab** (2 P)

Die Abbildung unten links zeigt einen dünnen, nicht leitenden Stab der Länge  $L$ , der mit einer homogenen, linearen Dichte  $\lambda$  positiv geladen ist. Berechnen Sie das elektrische Potential  $V$ , das von der Ladung des Stabs in einem Punkt  $P$  erzeugt wird, der sich im senkrecht gemessenen Abstand  $d$  vom linken Ende des Stabs befindet. Hinweis: bestimmen Sie zunächst den infinitesimal kleinen Potentialbeitrag  $dV$  der durch Ladungen auf einer Länge  $dx$  erzeugt wird (siehe Abbildung unten rechts).

**Aufgabe 4: Kreisscheibe** (1 P)

Das elektrische Potential ist in jedem Punkt der Mittelachse einer homogen geladenen Scheibe gegeben als:

$$V(z) = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} (\sqrt{z^2 + R^2} - z) \quad (4)$$

für  $z \geq 0$ . Leiten Sie ausgehend von dieser Beziehung einen Ausdruck her für das elektrische Feld in jedem Punkt der Achse mit  $z \geq 0$ .

